

# RAPORT ANALITYCZNO-WDROŻENIOWY: MODUŁOWY SYSTEM "SEXY-HEXY"

Analiza zgodności z zadaniem Best Hacking League (Hardware Track)

## 1. WSTĘP I ZGODNOŚĆ Z CELEM ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Projekt "Sexy-Hexy" jest bezpośrednią odpowiedzią na problem zdefiniowany w zadaniu BHL: *miasta zajmujące 2% powierzchni lądowej generują 70% emisji*. Proponowane rozwiązanie to **aktywna biologicznie elewacja IoT**, która nie zajmuje cennej powierzchni gruntowej ("Zero Footprint"), lecz wykorzystuje niewykorzystane powierzchnie wertykalne do sekwestracji dwutlenku węgla i retencji wody.

## 2. REALIZACJA TECHNICZNA PROTOTYPU (KRYTERIUM: 20 PKT)

Analiza techniczna wykazuje, że projekt wykracza poza standardowe rozwiązania "zielonych ścian" dzięki implementacji zaawansowanej automatyki.

### 2.1. System Autonomicznego Nawadniania (Gravity-Fed Automation)

Wyzwanie zidentyfikowane w notatkach dotyczyło nawadniania grawitacyjnego.

- **Problem:** Standardowe elektrozawory irygacyjne wymagają różnicy ciśnień (min. 0.5 bar) do otwarcia, co jest niemożliwe do uzyskania w małym zbiorniku grawitacyjnym.
- **Rozwiązanie Techniczne:** W projekcie należy zastosować **zawór elektromagnetyczny bezpośredniego działania (Zero-Pressure Differential Solenoid Valve)** lub zawór kulowy z napędem silnikowym. Pozwala to na precyzyjne dozowanie wody przy ciśnieniu bliskim zeru, co jest kluczowe dla "jakości wykonania" i "stabilności działania".

## 2.2. Dobór Materiałów Konstrukcyjnych

W dokumentacji wspomniano o biodegradowalnym PLA.

- **Analiza Trwałości:** Badania wykazują, że PLA poddane ekspozycji na UV i wilgoć degraduje i traci integralność strukturalną w ciągu kilku miesięcy.
- **Rekomendacja Wdrożenia:** Dla prototypu konkursowego PLA jest akceptowalne, ale w sekcji "Potencjał Wdrożenia" należy wskazać **ASA (Akrylonitryl-styren-akrylan)**. ASA jest odporne na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne, co gwarantuje żywotność systemu na elewacji przez lata.

## 2.3. Efektywność Energetyczna (Solar Tracking)

Zastosowanie jednoosiowego śledzenia słońca (Vertical Axis Tracker) na elewacji pionowej jest technicznie uzasadnione.

- **Dane:** Badania wskazują, że systemy śledzące mogą zwiększyć uzysk energii o **20-40%** w porównaniu do paneli statycznych. Jest to kluczowe zimą w Polsce, gdy słońce jest nisko nad horyzontem, a zapotrzebowanie na energię dla elektroniki (podgrzewanie czujników) wzrasta.

---

# 3. PRZEDSTAWIENIE REALNEGO WPŁYWU EKOLOGICZNEGO (KRYTERIUM: 40 PKT)

To najważniejsza kategoria oceny. Projekt musi opierać się na twardych danych, a nie tylko estetyce.

### **3.1. Weryfikacja Komponentu Biologicznego (Kluczowa Korekta)**

W notatkach pojawia się "Reindeer Moss" (*Cladonia rangiferina*).

- **Ryzyko:** *Cladonia rangiferina* to **porost**, nie mech. Jest niezwykle wrażliwy na zanieczyszczenia powietrza (szczególnie SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>) i w warunkach miejskich szybko obumiera. Większość komercyjnych "ścian z mchu" używa martwego, impregnowanego porostu, który nie produkuje tlenu.
- **Argumentacja dla Jury (Pivot):** Aby system był **aktywnym filtrem biologicznym** (wymóg "realnego wpływu"), rekomenduje się użycie gatunków synantropijnych, odpornych na suszę i smog, takich jak:
  1. ***Bryum argenteum* (Prątnik srebrzysty):** Gatunek kosmopolityczny, wybitnie tolerancyjny na miejskie zanieczyszczenia i wysychanie.
  2. **Ceratodon purpureus** (Ząbnik purpurowy): Często spotykany na miejskich dachach i murach, odporny na trudne warunki.Użycie żywych mchów zamiast martwych porostów jest kluczowym wyróżnikiem ekologicznym projektu.

### **3.2. Kwantyfikacja Oszczędności Energii (Izolacja)**

Zielona fasada działa jak "druga skóra" budynku.

- **Dane:** Badania symulacyjne i terenowe wykazują, że zielone fasady mogą obniżyć temperaturę powierzchni ściany latem o **10-15°C**.
- **Efekt:** Przekłada się to na redukcję zapotrzebowania na energię do klimatyzacji budynku o **15-25%**. To jest konkretna liczba do przedstawienia Jury.

### **3.3. Walka ze Smogiem (Biofiltracja)**

Mchy działają jak elektrostatyczne filtry powietrza.

- **Mechanizm:** Ze względu na dużą powierzchnię listków i brak kutykuli, mchy skutecznie wychwytują pyły zawieszone (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>). Badania pokazują, że mchy takie jak *Hypnum cupressiforme* mogą akumulować metale ciężkie z powietrza, działając jak naturalny filtr.

---

## **4. INNOWACYJNOŚĆ I KREATYWNOŚĆ (KRYTERIUM: 15 PKT)**

Projekt wyróżnia się na tle konkurencji (np. pasywnych doniczek) dwoma unikalnymi funkcjami:

1. System Bezpieczeństwa Przeciwożarowego (Active Safety):  
Wykorzystanie czujników MQ-2 (dym) i Flame Sensor (IR) do wykrycia zagrożenia i automatycznego zrzutu wody (Flood Mode) zmienia postrzeganie zielonej ściany z "zagrożenia pożarowego" (wysuszona biomasa) w "aktywny system gaśniczy". Jest to nietypowe zastosowanie dostępnych komponentów.
  2. Inteligentna Anabioza (Smart Hibernation):  
Wykorzystanie fuzji danych z czujnika wilgotności gleby i powietrza (DHT22) pozwala systemowi decydować, czy podlewać mech, czy pozwolić mu wejść w stan anabiozy (uśpienia) podczas suszy, oszczędzając wodę. Jest to naśladowictwo naturalnych cykli przyrody (biomimikra) sterowane cyfrowo.
- 

## **5. PRAKTYCZNOŚĆ I POTENCJAŁ WDROŻENIA (KRYTERIUM: 25 PKT)**

### **5.1. Bezpieczeństwo Budynku (Problem Wilgoci)**

Wątpliwość "wilgoć zagrażająca budynkom" została rozwiązana systemowo.

- **Rozwiązanie:** Zastosowanie **szczeliny powietrznej (Air Gap)** o szerokości min. 30-50 mm między modułem a ścianą. Umożliwia to cyrkulację powietrza i odparowanie ewentualnej kondensacji, chroniąc strukturę muru zgodnie ze sztuką budowlaną.

### **5.2. Analiza ROI (Zwrot z Inwestycji)**

Dlaczego inwestor ma to kupić?

1. **Wzrost wartości nieruchomości:** Badania wskazują, że obecność zieleni i certyfikaty ekologiczne (np. LEED, do których ten system kontrybuuje) podnoszą wartość nieruchomości komercyjnych.
  2. **Redukcja Hałasu:** Moduły z mchem działają jak panele akustyczne, redukując hałas uliczny o **3-5 dB**, co jest kluczowe w gęstej zabudowie mieszkaniowej.
  3. **Niższe koszty eksploatacji:** Oszczędność na klimatyzacji (wspomniane 15-25%).
- 

## PODSUMOWANIE DLA JURY

Projekt "Sexy-Hexy" nie jest tylko estetyczną instalacją. To autonomiczne urządzenie IoT, które rozwiązuje krytyczne problemy miejskie (przegrzewanie, smog) w sposób skalowalny i bezpieczny.

- **Hardware:** Niezbędny do utrzymania życia (nawadnianie) i bezpieczeństwa (ppoż).
- **Biologia:** Oparta na odpornych gatunkach mchu (*Bryum/Ceratodon*), a nie wrażliwych porostach.
- **Biznes:** Uzasadniony przez oszczędności energii i wzrost wartości nieruchomości.

System jest gotowy do prototypowania i testów w warunkach rzeczywistych.